



PATENTE DE INVENCION

ORDER LETTER No. 4617

407145

F.C. 12-5-75

Int. Cl.: B60V

407145

Memoria Descriptiva

sobre:

Perfeccionamientos en circuitos de control de realimentación para sistemas de suspensión y propulsión magnética.

.....

Solicitante: ROHR INDUSTRIES, INC., entidad norteamericana, residente en P.O. Box 878, Chula Vista, California, EE.UU. de A.

.....

La presente invención se refiere a un circuito de control de realimentación para un sistema magnético de suspensión y propulsión y, en particular, se refiere a medios para controlar el movimiento de un cuerpo suspendido con relación a su separación de un elemento estacio



407145

rio y con relación a su movimiento a lo largo del mismo.

5. Por la tecnología anterior a éste invento ya se conoce un sistema de transporte de vehículos que emplea motores lineales polifásicos, tanto para la suspensión como para la propulsión, donde cada motor es atraído magnéticamente en sentido ascendente por su campo magnético hacia un carril de sustentación con un espacio de aire controlado mantenido entre los mismos, empleándose también su campo magnético de suspensión para trasladar el motor y el vehículo que sostiene a lo largo del carril a una velocidad relacionada con la frecuencia de la corriente alterna polifásica alimentada al motor.

10. Aún cuando se puede emplear cualquier número de fases, se describe en la presente Memoria un diseño trifásico porque es la construcción de motor más simple que tiene la característica conveniente de proporcionar una atracción polar así constante en función a la rotación de las fases. El sistema de propulsión es del tipo de velocidad sincrónica y reluctancia variable donde el carril está provisto de discontinuidades magnética repetitivas (escotaduras), o como variante,
15. el sistema de propulsión es del tipo de motor de inductancia lineal donde el carril está provisto de una tira de reacción conductiva continua o un devanado de jaula de ardilla (rotor cortocircuitado). Otros sistemas de propulsión conocidos son los tipos de rotor devanado y de histéresis.

20. El voltaje terminal alimentado a los devanados polifásicos del motor, para producir la fuerza atractiva de suspensión, así como el campo móvil para la propulsión, se controla por medio de un circuito de realimentación alineal que utiliza señales procedentes de sensores de desplazamiento e inercia montados en el vehículo, para mantener un espacio de
- 25.
- 30.



5. aire elegido. La realimentación es alineal para compensar la alinealidad de la característica del motor en función a la longitud o extensión del espacio de separación y la frecuencia de funcionamiento de realimentación. La fuerza de atracción producida por el campo magnético del motor es proporcional al cuadrado de la corriente del motor e inversamente proporcional al cuadrado de la extensión de espacio de separación. Además, la impedancia del motor es resistiva a una frecuencia cero y notablemente inductiva a frecuencias de 10 a 30 hercios por ejemplo, que son relativamente elevadas para el aparato de realimentación.

10. El presente invento sigue los principios básicos e incorpora las características fundamentales de nuestra solicitud española pendiente, N° 406510, al par que proporciona mejoras en la composición y funcionamiento del circuito de realimentación alineal que controla tanto la magnitud como la frecuencia del voltaje terminal del motor para conseguir suspensión y propulsión a velocidades de propulsión elegidas, o suspensión solamente en las paradas.

15. De un modo específico, el circuito de control de realimentación del presente invento, a pesar de emplear elementos de circuito para realizar las multiplicaciones y sumas de la ecuación de la función de voltaje, con respecto a la fuerza:

$$E = K_3 \sqrt{F} (R\ell + jK_4)$$

20. como en la solicitud pendiente, expresa esta ecuación en la forma:

$$E = K_1 \sqrt{F} (\ell R + jk_2 f)$$

25. donde: F es la fuerza magnética de atracción

30. E es el voltaje terminal



- 4 - 407145

- l es la extensión del espacio de aire
- R es la resistencia de las bobinas
- f es la frecuencia de propulsión en hercios
- K_1, K_2 son constantes
- j es el símbolo de la reacción

5.

La función de \sqrt{F} se desarrolla a partir de los trayectos de la señal de los sensores, como en la solicitud pendiente. No obstante, la multiplicación de ésta función por la frecuencia de desplazamiento y propulsión se forma previamente en el canal de control de la frecuencia de propulsión.

10.

Un primer multiplicador efectúa el producto de la función \sqrt{F} por cada fase de un voltaje trifásico de amplitud constante y de frecuencia elegida, que puede ser de cero en reposo o una frecuencia específica correspondiente a una velocidad de propulsión conveniente. Este producto, que representa $K_1 \sqrt{F}$ es la ecuación es la señal de entrada a un segundo multiplicador que funciona en paralelo con un diferenciador perfecto. El segundo multiplicador efectúa el producto $K_1 \sqrt{F} K_2$ y el diferenciador realiza el producto $K_1 \sqrt{F} K_2 f$, y estos productos se suman y se alimentan como señal de entrada a los amplificadores de potencia trifásicos controlables que alimentan los voltajes terminales a los devanados trifásicos del motor.

15.

20.

25.

30.

Este dispositivo de circuito de realimentación mejorado elimina el diferenciador imperfecto de la solicitud pendiente, que aumentaba la amplitud de la señal del oscilador, de cada fase, a medida que aumentaba la frecuencia del oscilador. Esto exigía que los multiplicadores que seguían al diferenciador imperfecto de la solicitud pendiente funcionarían en una gama dinámica extremadamente amplia. Un diferenciador per



fecto, que en el dispositivo de circuito del caso presente, proporciona la función de voltaje con respecto a la frecuencia, sigue a los multiplicadores y permite por lo tanto que aumente el voltaje terminal del motor con la frecuencia en cualquier velocidad de propulsión conveniente sin exceder de la gama dinámica de funcionamiento de los multiplicadores.

5. Las características anteriores y otras características del invento resultaran más evidentes en el transcurso de la descripción detallada que sigue, tomando como referencia los dibujos adjuntos, en los que:

10. La figura 1 es una vista esquemática de un generador de campo de fuerza que incorpora las funciones de voltaje con respecto a la fuerza empleadas por el presente invento.

15. La figura 2, es un esquema de conjuntos completo de la instalación eléctrica para conseguir la suspensión y propulsión de un vehículo de carril y sus motores eléctricos lineales de sustentación.

20. Las figuras 3A y 3B, juntas, constituyen un diagrama esquemático de circuito de una modalidad del esquema de conjuntos de la figura 2.

Las figuras 4A 4B son gráficos que ilustran las relaciones de velocidad contra frecuencia para motores de reluctancia sincrónica e inductancia, respectivamente.

25. La figura 5 es un gráfico de la respuesta de circuito abierto del sistema de las figuras 3A y 3B a una fuerza perturbadora; y

Las figuras 6 y 7 son gráficos que ilustran curvas que representan la respuesta característica del sistema a perturbaciones de carga y de la vía.

30. Refiriendonos a la figura 1, un generador de fuerza

407145

electrosensible M y un elemento R se separan físicamente por la distancia o extensión λ del espacio de aire. El generador M y el elemento R se atraen mutuamente entre sí, según indica el campo de fuerza f establecido entre los mismos por el generador M cuando un voltaje E alimenta una corriente I a dichos elementos, estando indicada la fuerza atractiva como F_M . Suponiendo que el elemento R sea fijo, o sea inmóvil, la fuerza F_M se dirige para representar que el generador M es atraído hacia el elemento R.

5.

10.

Quando el generador M, por ejemplo, es un electroimán, o un motor lineal eléctrico, y el elemento R, por ejemplo es un carril ferromagnético, la fuerza F_M varía como el cuadrado de la corriente que fluye en el devanado del dispositivo electromagnético M e inversamente como el cuadrado de la extensión del espacio de aire λ entre el dispositivo M y el carril R según la ecuación:

15.

$$F_M = K_1 \frac{I^2}{\lambda^2} \quad (1)$$

donde:

20.

$$K_1 = \left(\frac{A}{8 \times 981} \right) \left(\frac{4\pi N}{10} \right)^2 \quad (1_1)$$

donde:

A es el área de atracción en centímetros cuadrados
N es el número de espiras en el devanado del dispositivo electromagnético M.

25.

La ecuación (1) se deriva de dos ecuaciones básicas que expresan principios de circuito magnético, siendo una de ellas que la fuerza magnética F_M entre dos partes de un circuito magnético varía como el producto de su área de atracción A y el cuadrado de la densidad del flujo magnético B en su zona

30.



intefacial:

$$F_M = \frac{AB^2}{8\pi \times 981} \quad (1_2)$$

5.

donde:

B es la densidad del flujo en gausios

F_M es la fuerza en gramos

y siendo el segundo principio que la fuerza magnética H necesaria para establecer un flujo en el espacio de aire ℓ entre las partes correspondientes es igual a la densidad de flu-

10.

jo B:

$$B = H = \frac{4\pi NI}{10 \ell} \quad (1_3)$$

donde:

NI es amperio-vueltas por centímetro

ℓ es la extensión del espacio de aire en centímetros

15.

B es la densidad del flujo en gausios

Combinando las ecuaciones (1₂) y (1₃):

$$\begin{aligned} F_M &= \left(\frac{A}{8\pi \times 981} \right) \left(\frac{4\pi NI}{10 \ell} \right)^2 \\ &= \left(\frac{A}{8\pi \times 981} \right) \left(\frac{4\pi N}{10} \right)^2 \left(\frac{I}{\ell} \right)^2 \\ &= K_1 \left(\frac{I}{\ell} \right)^2 = K_1 \frac{I^2}{\ell^2} \end{aligned} \quad (1)$$

20.

Se observará que la fuerza magnética F_M es la misma para cualquier espacio de aire dentro de una amplia gama de espacios de aire en tanto que las amperios-vueltas por unidad de longitud o el espacio de aire, o sea la relación $\frac{NI}{\ell}$, sea constante. Así, por ejemplo, la fuerza de atracción permanecerá igual si la corriente se duplica cuando se duplica la extensión o longitud del espacio.

25.

30.

La relación lineal entre la corriente y la extensión



407145

del espacio de separación resultará evidente al replantear la ecuación (1):

$$I = \frac{\sqrt{F_M}}{\sqrt{K_1} \ell} \quad (1_4)$$

5. donde la corriente varía directamente con el espacio de aire y como la raíz cuadrada de la fuerza F_M . La corriente varía directamente con el voltaje E a través del devanado del dispositivo electromagnético M y puede cambiar cambiando el voltaje:

$$10. \quad I = \frac{E}{R + j\omega L} \quad (2)$$

donde:

$R + j\omega L$ es la impedancia de devanado

R es la resistencia del devanado

15. L es la inductancia del devanado

j es el símbolo reactivo

ω es $2\pi f$

f es la frecuencia en hertzios (cps)

E es el voltaje a través de la impedancia.

20. Combinando las ecuaciones (1₄) y (2):

$$E = \frac{\sqrt{F_M} \ell}{\sqrt{K_1}} (R + j\omega L) \quad (2_1)$$

La inductancia de un dispositivo electromagnético M separado de un elemento ferromagnético R es un circuito magnético con un espacio de aire ℓ entre los mismos varía inversamente a la extensión del espacio de aire:

$$25. \quad L = \frac{K_2}{\ell} \quad (3)$$

Combinando las ecuaciones (2₁) y (3):

$$30. \quad E = K_3 \sqrt{F_M} (\ell R + K_4 j\omega) \quad (4)$$

407145



$$E = K_3 \sqrt{F_M} \{ R + K_3 \sqrt{F_M} K_4 j\omega \} \quad (4_1)$$

5. Para mantener la ecuación (4₁) en equilibrio, cualquier cambio en F_M y /o en λ magnitud y proporción debe ir acompañado de un cambio en E, y cualquiera de dichos cambios en E deberán ser tanto en magnitud como en proporción de cambio, dando lugar éste último a un componente de frecuencia en E y haciendo éste, a su vez, que el componente de voltaje reactivo $K_3 \sqrt{F_M} K_4 j\omega$ aumente directamente en proporción al aumento en la frecuencia. El voltaje E debe aumentar, lógicamente según sea necesario, para compensar el aumento en la impedancia del devanado debido al aumento en reactancia inductiva con la frecuencia. A frecuencias de un valor cero o muy bajo, la impedancia del devanado es virtualmente resistiva y el voltaje E es prácticamente igual al componente de voltaje resistivo $K_3 \sqrt{F_M} \lambda R$, caracterizándose en éste caso el voltaje E solamente por su magnitud, que es esencialmente de corriente continua.

20. Refiriéndonos de nuevo a la figura 1, supongamos que una fuerza opuesta F₀ actúa sobre el generador de fuerza M en dirección opuesta a la fuerza de atracción F_M. Si la fuerza de atracción F_M es igual a la fuerza de oposición F₀, la distancia de separación λ será constante y la masa del generador M se encontrará en equilibrio estable.

25. Tomemos ahora como referencia las figuras 2, 3A y 3B que describen la modalidad de preferencia de un circuito de realimentación completo para controlar tanto la suspensión como la propulsión de un sistema de motor eléctrico lineal de un vehículo de carril.

30. Refiriéndonos en primer lugar a la figura 2, el acelerómetro 20 genera una señal proporcional a una fuerza de



407145

inercia ascendente o descendente que actúa sobre el vehículo V. El transductor de posición 22, igual que anteriormente, genera una señal proporcional a la extensión del espacio de separación ℓ entre el motor y el carril.

Las redes de compensación de frecuencia 21' y 23' producen en la salida de la red 21' un voltaje proporcional a la fuerza que representa la cantidad F_M en la ecuación 4. Cuando este voltaje es de 4 voltios negativos, el voltaje terminal en los devanados del motor es simplemente suficiente para que el motor produzca una fuerza de suspensión F_M de lg.

El circuito de raíz cuadrada 24" proporciona en su función de salida la raíz cuadrada del voltaje proporcional a la fuerza representado por $\sqrt{F_M}$ en la ecuación (4).

Para explicar el dispositivo de circuito de realimentación de la figura 2 y su forma de funcionar para realizar las sumas y multiplicaciones necesarias de ecuación (4), esta ecuación se expresa preferiblemente en la forma:

$$E = K_1 \sqrt{F_M} (\{R + jk_2 f) \quad (5)$$

$$= K_1 \sqrt{F_M} \{R + jK_1 \sqrt{F_M} k_2 f \quad (5A)$$

donde:

j representa el símbolo de reacción

f es la frecuencia de propulsión

K_1 y K_2 tienen valores constantes que se describirán más adelante.

Las multiplicaciones y sumas del producto que comprenden la cantidad de la raíz cuadrada $\sqrt{F_M}$ según se indica en la ecuación (5) se realizan en un canal de control de frecuencia que se describe a continuación. Este canal comprende



un control de velocidad 30, un oscilador de frecuencia variable trifásico 31, multiplicador 120 a 122 y 135 a 137, y dife-renciadores 143 a 145.

5. El control de velocidad 30 controla la frecuencia del oscilador 31 que proporciona preferiblemente los voltajes trifásicos ϕA , ϕB y ϕC , aunque se puede emplear cualquier número de fases a partir de dos. Las tres fases se separan normalmente 120° eléctricos y los circuitos y devanados 111, 112, y 113, la figura 3B, se conectan normalmente en "estrella" (v.g., "Y").
10. El oscilador 31 suministra corriente alterna a una amplitud constante y con una forma esencialmente sinusoidal en una gama de frecuencias a partir de una frecuencia de cero en parada hasta una baja autiofrecuencia del orden de 80 hertizios a gran velocidad.
15. Cuando el sistema funciona en parada y con una frecuencia de cero, cada fase del oscilador ha de producir una señal de salida que permite que el circuito de realimentación proporcione el flujo magnético de suspensión en el espacio de separación entre el motor y el carril. No obstante, se comprenderá que el sistema puede funcionar en paradas a cualquier frecuencia, en el supuesto de que por lo menos uno de los devanados trifásicos se desconecte para que el campo móvil exigido para la propulsión no se establezca y por lo menos uno de los circuitos fasados éste en funcionamiento para permitir que el
20. circuito de realimentación desarrollada el flujo de suspensión.
25. El oscilador 31 puede estar compuesto por tres potenciómetros generadores de ondas sinusoidales, mecánicamente conducidos, para proporcionar frecuencias relativamente bajas, haciéndose girar a mano los potenciómetros para efectuar prue
- 30.

407145



- 12 -

- bas o por medio de un motor de velocidad variable desmultiplicado para el uso en transporte a baja velocidad. En tal caso, el control de velocidad 30 es un eje giratorio, movido a mano o a motor, que tiene tres cursores de potenciómetro unidos al mismo y separadas angularmente entre sí en 120° eléctricos. Los potenciómetros son de configuración circular y apropiados para que las regletas efectuen sobre el mismo una rotación total y repetida. Los potenciómetros se devanan preferiblemente para que proporcionen variaciones de voltaje sinusoidal al girar los cursores, obteniéndose así la corriente de salida trifásica cuando se alimenta una fuente de corriente continua a través de los potenciómetros conectados eléctricamente en paralelo.
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.
- La corriente trifásica de salida procedente del oscilador 31, o sea los voltajes fasados ϕA , ϕB y ϕC , se alimentan como entradas "X" a los multiplicadores 120, 121, y 122, respectivamente, alimentándose el citado voltaje de raíz cuadrada desde el circuito de raíz cuadrada 24" a sus entradas "Y". La salida del producto resultante de cada uno de estos tres multiplicadores es un voltaje sinusoidal que tiene una magnitud representada por el producto de la ecuación $K_1 \sqrt{F_M}$.
- Las corrientes de salida de los multiplicadores 120, 121 y 122 se alimentan respectivamente, como entradas "X" a multiplicadores 135, 136 y 137, alimentándose la citada señal proporcional a la extensión del espacio de aire desde el transductor 22 a sus entradas "Y". La corriente de salida del producto resultante de estos multiplicadores es un voltaje sinusoidal que tiene una magnitud representada por el producto de la ecuación $K_1 \sqrt{F_M} QR$. Este voltaje es el componente resistivo o no resistivo del voltaje de control de realimentación



E de la ecuación (5A).

5. Se comprenderá que cada uno de los multiplicadores 120, 121 y 122 y 135, 136 y 137, dá el producto de sus entradas "X" y "Y" tanto si existe propulsión como si no, o sea tanto si varían sinusoidalmente como si no los voltajes ϕ_A , ϕ_B y ϕ_C , o se encuentran "congelados" a valores instantáneos en parada. De éste modo se ejercita un control común sobre las señales de control y se mantiene la suspensión tanto en parada como durante la propulsión.
10. Se comprenderá también que los multiplicadores 120 a 122 y 135 a 137 tienen prácticamente la misma composición y función que los multiplicadores de la solicitud pendiente y no se ven influenciados por la frecuencia de las señales de entrada a los mismos, puesto que los trayectos a través de dichos multiplicadores son esencialmente de corriente continua. La frecuencia variable de las entradas "X" a los multiplicadores no ejercerá efecto alguno en la magnitud de sus salidas y la frecuencia puede variar según sea necesario para gobernar la velocidad del vehículo sin afectar al control de voltaje de realimentación necesario para mantener la suspensión.
20. No obstante, la impedancia de los devanados del motor aumenta con la frecuencia, según se ha indicado anteriormente y, por lo tanto, es necesario aumentar el voltaje de realimentación E correspondiente, para que la corriente del motor tenga la potencia apropiada para mantener el flujo de suspensión constante en todas las velocidades del motor. Este aumento en el voltaje de control E en función a la frecuencia y velocidad de propulsión, se obtiene mediante diferenciadores 143 a 145 que se conectan en paralelo a través de sus mul
- 25.
- 30.

407145



- 14 -

5. multiplicadores correspondiente 135 a 137, o sea, los diferenciadores reciben también las señales de entrada "X" en sus respectivos multiplicadores y alimentan sus corrientes de salida a las entradas de los amplificadores de los multiplicadores, según aparecerán más evidente en la descripción de los detalles de circuito de la figura 3B.

10. Los diferenciadores 143 a 145 tienen en general la misma composición y funcionan generalmente del mismo modo que el diferenciador perfecto de la solicitud pendiente y cada uno proporciona solamente un trayecto de corriente alterna a través de sí mismo y una corriente de salida que es una primera derivada de la corriente de entrada en una gama de frecuencia determinada por los valores de su resistencia-capacitancia. Cuando se trata de los diferenciadores 143 a 145, 15. su salida de voltaje, representada por el componente de voltaje reactivo $K_1 \sqrt{F_M} K_2 f$ de la ecuación (5A), aumentará con la frecuencia desde cero a aproximadamente 700 hertzios, siendo cero a una frecuencia cero.

20. Una notable característica y disposición del circuito de realimentación del presente invento es que la función de voltaje aumentado proporcionada por los diferenciadores para compensar el aumento en la impedancia del motor con la frecuencia de la propulsión, no afecta al funcionamiento de los multiplicadores que se lleva a cabo a niveles 25. de voltaje que varían solamente según sea necesario para la suspensión de sustentación, encontrándose perfectamente dichas variaciones dentro de la gama de respuesta dinámica de los multiplicadores. La gama de respuesta dinámica de los diferenciadores, por otro lado, puede ser perfectamente 30. adecuada para permitir los grandes aumentos de voltaje impues



tos por las exigencias de velocidad del vehículo.

- Las corrientes de salida de los multiplicadores y diferenciadores respectivos, $K_1 \sqrt{F_M} R$ y $K_1 \sqrt{F_M} K_2 f$, para cada una de las fases ϕA , ϕB y ϕC se suman según las necesidades de la ecuación (9A) y se presentan al suministro de energía controlable 38' que comprende 3 amplificadores de gran potencia 108, 109 y 110 los cuales reciben, respectivamente, las corrientes de entrada para las fases ϕA , ϕB y ϕC . Estos amplificadores son preferiblemente del tipo de clase D como es el tipo MCB1002 que se obtiene de TRW Semiconductors, Inc, de Lawndale, California, o del tipo de conmutación de longitud de impulsos que emplea rectificadores controlados por silicio en lugar de transistores de potencia, como es el modelo Y-400642 que se obtiene de las Gates Learjet Corporation of Irvine, California.

- Los amplificadores 108 a 110 alimentan sus corrientes de salida, respectivamente, a los devanados defasados 111 a 113, figura 3B. La potencia del margen lateral para estos amplificadores comprende una fuente 39' de corriente trifásica que tiene conexión de tercer carril 39" con suministro de energía controlable 38'.

- Refiriéndonos ahora a las figuras 3A y 3B para describir detalles del circuito de control de suspensión y propulsión de la figura 2, y refiriéndonos en primer lugar de un modo más particular a la figura 3A, el acelerómetro 20, igual que anteriormente, tiene el peso de la masa 40 y se conecta a la red de coincidencia de impedancia 44,45 y al amplificador 41 de la red de compensación 21'. Un preamplificador o amplificador de primera etapa 150, se interpone entre la red de entrada 44, 45 y el amplificador 41, con un resistor

407145



- 16 -

adicional 151 que proporciona un trayecto de corriente de polarización de entrada para el amplificador 41.

5. El capacitor 48 restringe la amplitud de la señal de baja frecuencia procedente del acelerómetro con un circuito eliminador que arranca a 0,13 hertzios. De éste modo se elimina el "ruido" del acelerómetro a bajas frecuencias. El resistor 49, conectado en serie con el capacitor 48 y el resistor 50, establecen juntos el canal del acelerómetro de nuevo, según proporciona el amplificador 42, a aproximadamente 12, con una menor frecuencia de corte de aproximadamente 0,3 hertzios.

10. Los resistores 152, 153, 53 y 50 establecen de nuevo el canal del acelerómetro, proporcionado por el amplificador 43 a aproximadamente 7, con una frecuencia de corte superior de aproximadamente 1,7 hertzios, estableciéndose esta ganancia principalmente por medio de los resistores 50 y 53. La red de resistencia-capacitancia comprende los resistores 152 y 153 y los capacitores 155, 156 y 157 proporcionan una ganancia constante del acelerómetro de aproximadamente 7,4 (17,4db) en la gama de frecuencias de 0,3 a 3,0 hertzios. Este valor de realimentación de aceleración de inercia dá al vehículo una masa aparente equivalente a 7,4 veces su masa real en esta gama de frecuencias.

15. El capacitor 55 actúa como un integrador parcial sobre la señal de realimentación de aceleración para proporcionar la realimentación de casi velocidad efectiva en la gama de frecuencias de aproximadamente 10 hertzios hasta 4 hertzios. La red de compensación de frecuencias 21 hace una corrección de ganancia de segundo orden de aproximadamente 10 db de realimentación a la red de realimentación general en la gama de frecuencias de aproximadamente 0,13 a aproximadamente 5

20.

25.

30.

407145



- 17 -

hertzios, dominando de otro modo la realimentación prevista por la red de compensación de frecuencias 23' en la gama de frecuencias que parte desde cero hasta aproximadamente 4 hertzios.

5. La ganancia de circuito del canal del acelerómetro con respecto a la frecuencia resultará más evidente al estudiar la representación gráfica de la figura 5, que se describirá más adelante.

10. Un sensor de posición 22', que puede ser del tipo de corriente parásita por ejemplo del tipo que se obtiene de la Kaman-Science Corp N° KD-2300-10C, se emplea para proporcionar un potencial positivo con respecto a masa. Este sensor de corriente parásita se puede emplear en el dispositivo de circuito de las figuras 4 y 4A en lugar del transductor de posición 22 empleado. Cuando se utiliza el sensor 22', la extensión del espacio de aire puede ser del orden de 50,8 mm, siendo el valor normal del espacio de separación en dicho caso de 25,4 mm.

15. En la red de compensación de frecuencias 23', el terminal 3 del amplificador 61 se pone a masa y el terminal 2 recibe el voltaje de salida de posición del transductor 22' cuyo voltaje se vuelve a masa a través del resistor 62 conectado en serie con el potenciómetro establecedor del espacio de separación 161, con polaridad apropiada para proporcionar voltaje negativo desde su contacto móvil W_S a masa. El resistor 62 y el potenciómetro 161 proporcionan el trayecto para las corrientes de polarización de entrada del amplificador 61, y el contacto móvil W_S se ajusta previamente según haya de ser el espacio de separación. En respuesta al ajuste del contacto móvil W_S en la posición elegida, el vehículo V busca una
- 20.
- 25.
- 30.

407145



posición de espacio de separación entre el motor y el carril donde la diferencia en los voltajes del terminal 2 del amplificador 61 proporcione la realimentación necesaria para suspender el vehículo V con el espacio de separación elegido.

5. Con relación a la red de compensación de frecuencias 23, la integral de desplazamiento previsto por la misma se efectúa por la acción de su capacitor de integración 65, figura 3A. Cualquier señal de desplazamiento procedente del transductor 22' que difiera de la señal de referencia en el contacto móvil W_S da por resultado un cambio lento de voltaje a través del capacitor 65.

10. Supongamos, por ejemplo, que la carga aumenta en el vehículo en un 50%. Esto exige que la corriente de salida del amplificador 43 cambie desde el valor mencionado de -4 voltios (equivalente a 1g) a -6 voltios. La ganancia de corriente continua desde el transductor de desplazamiento 22' hasta la salida del amplificador 43 es aproximadamente igual a 155, y se deriva como sigue:

20. Amplificador 43 Amplificador 42 Amplificador 61
 (Elementos del circuito)

$$\frac{50'}{152+153+53} \times \frac{50}{66'} \times \frac{64+66}{62}$$

25. (Valores de resistencia)

$$\frac{2 \times 10^5}{3.095 \times 10^3} \times \frac{2 \times 10^4}{2.2 \times 10^4} \times \frac{3.96 \times 10^6}{1.5 \times 10^6}$$

= 155 aproximadamente.

30. Después que la corriente ha dejado de fluir en el capacitor de integración 65, existirá un error de desplazamiento resultante de:



$$\frac{-4 - (-6)}{155} = 0.129 \text{ volts}$$

155

5. en el terminal 2 del amplificador 61 . Como se supone que 20 voltios en el transductor 22' corresponden a 25,4 mm, entonces:

$$\frac{25.4 \times 0.129 \text{ volts}}{20 \text{ volts}} = 0.0152 = 15,2 \text{ micras error}$$

para un cambio de carga del 50%.

10. El error de 15,2 micras no se integra a cero, porque después de cero el resistor 66 se pone en derivación a través del capacitor de integración 65. Se considera que este error ejerce un efecto imperceptible en el funcionamiento del sistema de realimentación, por lo que prácticamente se puede despreciar.

15. Como modalidad variante, el espacio de separación se puede mantener constante cualquiera que sea los cambios en la carga, alimentando a la salida del amplificador 43 un voltaje de compensación de carga que sea proporcional a los cambios en la carga útil del vehículo. Este voltaje de compensación de la carga se puede producir mediante un transductor de un tipo bien conocido que puede ser, por ejemplo, del tipo conocido y utilizando en la industria electrónica. Dichos transductor se interpondría, por ejemplo, entre la masa del vehículo cargado y sus motores de sustentación; para medir de éste modo el cambio de carga, y con su salida puesta en paralelo con la salida del amplificador 43, para compensar de éste modo cualquier error del espacio de separación debido a variaciones de carga, como el que se produciría por el error citado de 15,2 micras. Dicha compensación de carga mantendría un espacio de separación prácticamente constante a pesar de los cambios de carga, acumulaciones, etc.
- 20.
- 25.
- 30.

407145



- 20 -

5. La red de entrada RC 58 a 60 proporciona eficazmente realimentación de velocidad (desplazamiento diferenciado) en la gama de frecuencias de 1,3 a aproximadamente 4 a 5 hertzios, según se podrá ver en la figura 5, observando la curva 180 entre los puntos 181 y 182. La curva 180 representa la respuesta del sistema cuando los elementos del circuito de los canales de aceleración y desplazamiento de la figura 3A tienen los valores de los componentes específicos mencionados. Además, se observará que el nivel DB de realimentación de desplazamiento aumenta rápidamente a medida que se reduce la frecuencia por debajo de 1,3 hertzios hacia cero, o sea al estado de corriente continua, controlándose por medio de la red RC 64 a 66 en el circuito de realimentación para el amplificador 61, que aumenta la ganancia del amplificador con la reducción de frecuencia.

10.

15.

20. Las respuestas de frecuencia relativas de los canales de aceleración y desplazamiento se puede ajustar mediante el ajuste de las redes de compensación de frecuencias 21' y 23' para obtener cualquier característica dinámica vertical que se dese. Así, cambiando los ajustes de ganancia previstos por el ajuste de los valores de los elementos del circuito 58, 59 64, 65 y 66, se pueden emplear varias relaciones de realimentación de aceleración y desplazamiento, dependiendo de la "rigidez" deseada de la marcha con respecto a los carriles.

25. Además, de la curva 180 mencionada, de la figura 5, que representa el empleo de una cantidad nominal de realimentación de posición, la curva 183 representa un volumen relativamente grande de realimentación de posición, y la curva 184 es para un valor bajo de realimentación de posición, como se utilizaría para un gran vehículo de gran velocidad que funciona

30.



rá con un espacio de aire de aproximadamente 25,4 mm sobre un carril relativamente desigual.

5. La curva 185-186-187, de la figura 5, representa la respuesta de circuito abierto a través del canal de aceleración, siendo constante para los tres ejemplos descritos 180, 183 y 184 de realimentación de posición. Se observará que la ganancia del circuito de aceleración de 7,4 (17,4 db) es constante en la parte de curva plana 186 que abarca la gama de frecuencias de 0,3 a 3,0 hertzios. Este valor de realimentación
10. de aceleración de inercia dá al vehículo V una masa aparente equivalente al 7,4 veces su masa real en esta gama de frecuencias específica. Observese también, según se ha mencionado, que el "circuito eliminador" del canal de aceleración, en la parte de la curva 185, comienza a aproximadamente a 0,3 hertzios
15. Observemos ahora la parte 187 de la respuesta del canal de aceleración que indica que la realimentación de velocidad prevista por este canal abarca la gama de frecuencias de aproximadamente 5 a 12 hertzios.

20. Las curvas de la figura 6 representan una desviación de un promedio de espacio de separación previamente establecido contra el tiempo, cuando el cambio de la carga se debe a una fuerza vertical externa igual a 0,1 del peso del vehículo, siendo dicha carga continua, por ejemplo por el empuje del viento o por un cambio en el número de viajeros, según se
25. a mencionado. Las curvas 190, 193 y 194 corresponden, respectivamente, a las curvas 180, 183 y 184 de la figura 5, en el sentido de que representan respuestas obtenibles de los mismos valores de realimentación de desplazamiento relativo. Según resultará evidente al observar la figura 6, el desplazamiento
30. es mínimo cuando el valor de la realimentación de posición es

407145



- 22 -

máximo indicándolo así las curvas 193 y 194 que muestran, respectivamente, mayor y menor "rigidez" que la curva de realimentación normal 190. El tiempo de recuperación para la realimentación normal es el menor de los tres ejemplos expuestos.

5. No obstante, la curva 193 muestra el retorno gradual deseado al espacio medio de separación, mientras que las curvas 190 y 194, que permiten mayores desviaciones antes de la corrección, muestran mayores proporciones de movimiento de retorno a un espacio medio, v.g, las pendientes de retorno son más pronunciadas.

10. La figura 7 ilustra la capacidad del vehículo V para seguir una vía que tiene un cambio repentino de radio de curvatura ascendente, que corresponde a un cambio de incremento de aceleración ascendente para los tres ejemplos de ganancia de realimentación de posición. Las curvas 200, 203, y 204, corresponden respectivamente a los tres valores de desplazamiento relativo representados en las figuras 5 y 6. La curva de ganancia mínima 204 representa que el espacio de separación puede aumentar en 15,2 mm por encima del valor nominal de 0,4 segundos después que se produce la desviación. El régimen de desviación es de cero, por lo que la aceleración del vehículo es igual que la aceleración ascendente de la vía. Esta gran "sacudida" de la vía se reduce por la suspensión magnética a: $\frac{0,1}{0,4} = 0,25$ g/segundo. A 0,8 segundos el vagón acelera a 0,09 g y permanece a 0,1 g 0,01 g. La curva 200 representa que la aceleración vertical del vehículo es igual que la aceleración vertical de la vía después de 0,1 segundo, y la curva de alta ganancia 203 dá por resultado una aceleración vertical del vehículo correspondiente a una aceleración del vehículo en la vía después de 0,05 segundos solamente.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



Refiriéndonos ahora a la figura 3B, se observará que el control de velocidad 30 comprende un potenciómetro 210 para proporcionar un voltaje de entrada variable al oscilador trifásico de frecuencia variable y voltaje controlado 31. Un interruptor tridireccional unipolar 212 conecta el potenciómetro 210 de una forma selectiva a través de un suministro de energía de corriente continua 211 que tiene una toma central puesta a masa, por lo que el oscilador se pone a masa cuando el interruptor se encuentra en la posición de masa, según se ilustra, y proporciona potencial positivo o negativo a masa de una forma selectiva según sea el ajuste del interruptor en sus posiciones de polaridad positiva o negativa.

Los multiplicadores 120 a 122 son idénticos y cada uno de ellos, según se observará tomando como referencia los detalles de circuito del multiplicador 120, comprende un circuito integrado 25" y un amplificador 89'. Los multiplicadores 135 a 137 son también idénticos y cada uno de ellos comprende un circuito integrado 25" y un amplificador 89", según se podrá observar tomando como referencia los detalles del circuito del multiplicador 135.

Los diferenciadores 143-145 pasan sus señales de salida a los amplificadores de los multiplicadores correspondientes 135-137, respectivamente.

Los amplificadores de potencia 108 a 110 son de cualquier tipo apropiado para éste fin, y pueden ser por ejemplo amplificadores de clase D.

La conexión de energía 39" se ilustra constituida por un pantógrafo 215 en acoplamiento deslizante con un tercer carril 216, debiéndose comprender que se necesitan tres de dichos sistemas de pantógrafo-carril, uno para cada una de las tres fases ϕ_A , ϕ_B y ϕ_C , respectivamente, alimentadas por ampli

407145



- 24 -

cadores 108 a 110.

5. Los motores para el vehículo V se pueden fabricar dentro de una amplia gama de tamaños, siendo normales una longitud del orden de 3,04 m a 15,24 m y una anchura de motor y carril del orden de 76,2 mm. Cuatro de dichos motores suelen pesar aproximadamente 2.267 kg y, cuando se activan, pueden suspender una masa de vehículo de aproximadamente 36.287 kg. Cuando los motores están solamente en suspensión, estando detenido el vehículo con un espacio de aire de 25,4 mm, se consumen 40 kilowattios de energía y la potencia kilovoltio-amperio tiene el mismo valor. A medida que aumenta la velocidad del motor con la frecuencia y proporciona fuerza propulsiva, aumentan los kilovoltio-amperios a un régimen más rápido que la pérdida de vatiaje.

10. Los motores de gran eficacia tendrán una baja resistencia de devnado y una elevada inductancia. Por otro lado, los motores exigirán altas frecuencias para grandes velocidades lo cual exige un aumento proporcionado en el voltaje terminal del motor para compensar el aumento en la impedancia del motor con la frecuencia.

15. La red RC de cada uno de los diferenciadores 143 a 145, o sea, el capacitor 83' de 1 μ f y el resistor 90' de 220 ohmios, proporciona un aumento de voltaje con la frecuencia donde el voltaje a través del capacitor será igual al voltaje a través de la resistencia, cuando la frecuencia alcanza aproximadamente 700 hertzios. Un motor de reluctancia, como el que se describe en la solicitud mencionada, tiene una distancia de parte plana y ranura (paso polar) de 91,4 cm y se moverá 182,8 cm por ciclo, o aproximadamente 482 km por hora cuando la frecuencia es de aproximadamente 80 hertzios (vease la figura



4A).

Es evidente que el invento proporciona un sistema de control de realimentación donde el voltaje terminal de un generador de fuerza electrosensible, como puede ser un electroiman o motor eléctrico lineal, bajo el control de sensores de posición e inercia, llevados por el mismo, produce una fuerza atractiva, con respecto a un elemento en cooperación, suficiente para mantenerlo en una relación de separación controlada contra una fuerza opuesta que actúa sobre el propio generador de fuerza, o con su carga, como puede ser el vehículo.

Resultará también evidente que la fuerza de atracción generada se puede producir por medio de un campo de fuerza magnética, según se ilustra, o por un campo electrostático u otro campo de fuerza donde la fuerza varía como el cuadrado de la corriente del generador e inversamente como la extensión del espacio que separa físicamente el generador de fuerza y el elemento hacia el que es atraído por el campo de fuerza establecido entre los mismos. También es evidente que, mientras que dicha relación de fuerza-corriente-espacio es alineal, se puede emplear un circuito de control de realimentación alineal donde se emplean los elementos de circuito para llevar a cabo funciones de extracción de raíces, multiplicación y suma que linealizan la función de voltaje con respecto a la fuerza para estabilizar la respuesta en una amplia gama de espacio de separación y frecuencias de realimentación.

Además, es evidente que dichos sistemas de control de realimentación, según se ha mencionado, está perfectamente adaptado para controlar el flujo magnético de un motor eléctrico lineal y mantener la suspensión del motor y la carga de su vehículo en una relación espacial controlada con

40714



- 26 -


5. respecto a su carril de sustentación, al par que se producen alternaciones del flujo de suspensión en frecuencias controladas relacionadas con las velocidades de propulsión lineal deseadas del vehículo a lo largo del carril, incluyendo una frecuencia de cero en parada, sin exceder de las características de respuesta dinámica de los elementos del circuito de realimentación.

10. Con relación particular a la figura 4A, se observará que la relación de velocidad lineal con respecto a la frecuencia de un motor de reluctancia sincrónica, que funcione según los principios de realimentación del presente invento, para aceleración funcionamiento por inercia y deceleración es una línea recta que pasa a través de cero. Por otro lado, cuando se trata de un motor de inducción, según se representa en
15. la figura 4B, las funciones de aceleración, funcionamiento por inercia y deceleración están representadas por líneas rectas paralelas separadas, de las cuales solamente la línea de funcionamiento por inercia que representa un error de casi cero, pasa aproximadamente por una frecuencia y velocidad de cero. Para
20. las operaciones de aceleración y deceleración a partir de la parada y a bajas velocidades es necesaria una cierta frecuencia que no sea de cero.

NOTA

25. Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental. También se hace constar que el invento co-
30.



- responde a una solicitud de patente presentada en Norteamérica con el número 219.713 de 21 de enero de 1972, acogiéndose por lo tanto a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento, y por lo que se solicita PATENTE DE INVEN
5. CION por 20 años en España sobre: PERFECCIONAMIENTOS EN CIRCUITOS DE CONTROL DE REALIMENTACION PARA SISTEMAS DE SUSPENSION Y PROPULSION MAGNETICA, caracterizándose por lo siguiente:
10. 1.- Perfeccionamientos en circuitos de control de realimentación para sistemas de suspensión y propulsión magnética, para linealizar la función de voltaje con respecto a la fuerza de un motor eléctrico lineal polifásico cuya fuerza de atracción magnética generada con respecto a un carril de reacción ferromagnético del que se suspende y se separa físicamente
15. te varía directamente como el cuadro de la corriente del motor e inversamente como el cuadrado de la distancia de separación, caracterizados porque dichos circuitos comprenden: medios que detectan el espacio que define la distancia de separación y cualquier aceleración del motor asociado con cualquier cambio
20. en el espacio de separación, para producir señales indicativas de la extensión del espacio de separación y la proporción de cambio de dicho espacio; medios que derivan desde dichas señales un voltaje de realimentación proporcional a la fuerza que corresponde a la fuerza de atracción estabilizadora del espacio de separación, que ha de producir el motor, y que es suficiente contra una fuerza opuesta que actúa sobre el motor para restablecerlo y mantenerlo en una posición de equilibrio estable a un espacio de separación predeterminado; medios que suministran un voltaje de control polifásico de frecuencia variable y amplitud constante; medios que derivan desde dicho vol
25. ta
- 30.
- 

407145



- 28 -

5. je proporcional a la fuerza, desde dichas señales y desde dicho voltaje polifásico, por fase del mismo, componentes de voltaje de realimentación no reactivos y reactivos, proporcionales respectivamente a la extensión del espacio de separación y a la frecuencia del voltaje polifásico; y medios que alimentan al motor un voltaje terminal polifásico, que es proporcional para cada fase del mismo a la suma de dichos componentes de voltaje no reactivos y reactivos, para producir de este modo dicha fuerza atractiva estabilizadora a cualquier frecuencia ascendente a partir de cero de dicho voltaje de control polifásico.

10. 2.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque el campo magnético del motor lo suspende y lo propulsa a lo largo del carril, y porque la velocidad lineal del motor a lo largo de dicho carril está en función a la frecuencia de las alteraciones del campo magnético.

15. 3.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones 1 o 2, caracterizados porque el componente del voltaje reactivo para cada fase es proporcional a la primera derivada del producto de dicho voltaje de control polifásico de frecuencia variable y amplitud constante y la raíz cuadrada de dicho voltaje proporcional a la fuerza, y el componente de voltaje no reactivo para cada fase es proporcional al producto de la extensión del espacio de separación por la raíz cuadrada del voltaje proporcional a la fuerza multiplicado por dicho voltaje de control polifásico.

20. 4.- Perfeccionamiento según la reivindicación 3, caracterizados porque los productos y sumas se expresan por la ecuación de la función de voltaje con respecto a la fuerza:

$$E = K_1 (\sqrt{F_M} (R + j\sqrt{F_M} K_2 f))$$

25. 30. donde:





- E es el voltaje terminal de corriente alterna polifásica
 $\sqrt{F_M} \ell R$ es el componente de voltaje no reactivo
 $j\sqrt{F_M} K_2 f$ es el componente de voltaje reactivo
 F_M es la fuerza de atracción entre el motor y el carril;
 5. el voltaje proporcional a la fuerza
 ℓ es la extensión del espacio de separación
 R es la resistencia de los devanados del motor
 f es la frecuencia del voltaje terminal
 K_1, K_2 son constantes.
10. 5.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque para linealizar la función de voltaje contra fuerza de un generador de campo de fuerza electrosensible, cuya fuerza de atracción generada con respecto a un elemento cooperante inmóvil separado del mismo, varía directamente como el cuadrado de la corriente del generador en inversamente como el cuadrado de la distancia de separación, dichos circuitos comprenden: medios que detectan el espacio de separación que define la distancia de separación y cualquier aceleración del generador asociada con cualquier cambio en el espacio de separación para producirse señales indicativas de la extensión del espacio y el régimen de cambio de dicho espacio; medios que derivan desde dichas señales un voltaje de realimentación proporcional a la fuerza que corresponde a una fuerza de atracción estabilizadora del espacio de separación que ha de generar el generador y que es suficiente contra una fuerza opuesta que tenga componentes de gravitación e inercia para restablecer y mantener el generador en una posición de equilibrio estable a un espacio de separación predeterminado; medios que derivan desde dicho voltaje de realimentación y dichas señales componentes de voltaje de realimentación no reactivos y reactivos,
15.
 20.
 25.
 30.

407145



- 30 -

5. proporcionales respectivamente a la extensión del espacio de separación y la frecuencia de la señales; y medios que alimentan al generador un voltaje terminal proporcional a la suma de dichos componentes de voltaje no reactivos y reactivos, por lo que dicha fuerza de atracción estabilizadora se produce por medio del generador.

10. 6.- Perfeccionamientos según la reivindicación 5, caracterizados porque dichos medios que derivan dichos componentes de voltaje no reactivos y reactivos comprenden la etapa de extraer eléctricamente la raíz cuadrada de dicho voltaje proporcional a la fuerza.

15. 7.- Perfeccionamientos según la reivindicación 6, caracterizados porque dichos circuitos comprenden medios que multiplican eléctricamente el voltaje de raíz cuadrada por el voltaje de señal de la extensión del espacio de separación, y medios que diferencian el voltaje de raíz cuadrada.

20. 8.- Perfeccionamientos según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, caracterizados porque dichos medios que derivan dicho voltaje terminal comprenden medios para sumar dichos componentes de voltaje no reactivos y reactivos.

25. 9.- Perfeccionamientos según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8, caracterizados porque la derivación de los voltajes proporcional a la fuerza y terminal comprenden multiplicaciones y sumas expresadas por la ecuación de la función de voltaje con respecto a la fuerza:

$$E = K_3 (\sqrt{F} \ell R + j \sqrt{F} K_4 \omega)$$

donde:

E es el voltaje terminal

$\sqrt{F} \ell R$ es el componente de voltaje no reactivo

30. $j \sqrt{F} K_4 \omega$ es el componente del voltaje reactivo



K_3, K_4 son constantes

j es el símbolo de reacción.

F es la fuerza de atracción; el voltaje proporcional a la fuerza

5. L es la extensión del espacio de separación

R es la resistencia del generador

ω es $2\pi f$

f es la frecuencia de la señal detectada.

10. 10.- Perfeccionamientos según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 9, caracterizados porque el generador es un dispositivo electromagnético y su campo de fuerza generada es un campo magnético.

15. 11.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones anteriores, caracterizados porque el sistema de realimentación de suspensión-propulsión comprende: un carril de sustentación ferromagnético que tiene medios de reacción que producen un empuje lineal; un motor lineal eléctrico dispuesto por debajo de dicho carril en una relación de separación con el mismo que define un espacio de separación de aire entre ambos, cuyo motor tiene devanados polifásicos para producir un campo magnético con de suspensión y propulsión del motor combinado, con respecto a dicho carril y sus medios de reacción; una fuente amplificadora de potencia polifásica controlable de voltaje de amplitud variable y frecuencia variable para activar respectivamente dichos devanados polifásicos; y medios de control de la extensión del espacio de separación y la frecuencia llevados por dicho motor para regular simultáneamente la amplitud de cada fase de dicho voltaje activador, con el fin de restablecer y mantener el motor en equilibrio estable a un espacio de separación predeterminado, y para regular simultáneamente la fre-

20.

25.

30.

407145



- 32 -

- cuencia de cada fase de dicho voltaje activador, para establecer una velocidad lineal del motor a lo largo del carril, donde dichos medios sensibles a la señal comprenden: un dispositivo amplificador operacional sensible a dicha señales, para producir un voltaje proporcional a la fuerza, que es proporcional a la fuerza de atracción magnética entre el motor y el carril necesaria para mantener el motor a dicho espacio de separación predeterminado contra la fuerza de gravedad que actúa sobre el mismo; medios para extraer eléctricamente la raíz cuadrada de dicho voltaje proporcional a la fuerza y producir un voltaje de raíz cuadrada, cuyos medios de control de frecuencia comprenden: una fuente de voltaje polifásico de control de amplitud constante y frecuencia variable; un primer dispositivo multiplicador para producir eléctricamente, por fase de dicho voltaje de control, una corriente de salida que es el producto de la amplitud del voltaje de control multiplicado por dicho voltaje de raíz cuadrada; un segundo dispositivo multiplicador para producir eléctricamente, por fase de dicho voltaje de control, el producto de dicha salida del primer dispositivo multiplicador por la señal de la extensión del espacio de separación, para producir un componente de voltaje de control compensado del espacio de separación; medios para diferenciar, por fase de dicho voltaje de control, la salida del producto de dicho primer dispositivo multiplicador, para producir un componente de voltaje de control compensado en frecuencia; y medios, por fase de dicho voltaje de control, para sumar eléctricamente dichos componentes de voltaje compensados de espacio de separación y frecuencia.
- 12.- Perfeccionamientos según la reivindicación 11, caracterizados porque se disponen medios para variar simultáneamente

R

407145

- 7 ABR



- 33 -

neamente la frecuencia por fase de dicho voltaje de control.

5. 13.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones 11 o 12, caracterizados porque dichos medios de control de la extensión del espacio de separación comprenden: medios para detectar la extensión del espacio de separación y cualquier aceleración del motor asociada con cualquier cambio en la extensión del espacio de separación.

10. 14.- Perfeccionamientos según la reivindicación 13, caracterizados porque dichos medios de control de la extensión del espacio de separación comprenden también: medios sensibles a las señales producidas por dichos medios sensores para producir una entrada de voltaje de realimentación en dicha fuente amplificadora de potencia para regular la amplitud de su voltaje de salida.

15. 15.- Perfeccionamientos en circuitos de control de realimentación para sistemas de suspensión y propulsión magnética, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria, y los dibujos adjuntos.

20. Esta Memoria consta de treinta y tres hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, - 7 ABR. 1975

ROHR INDUSTRIES, INC.

L. GOMEZ AGUIRRE Y ASOCIADOS
Ingenieros de la Especialidad de Construcción



407145

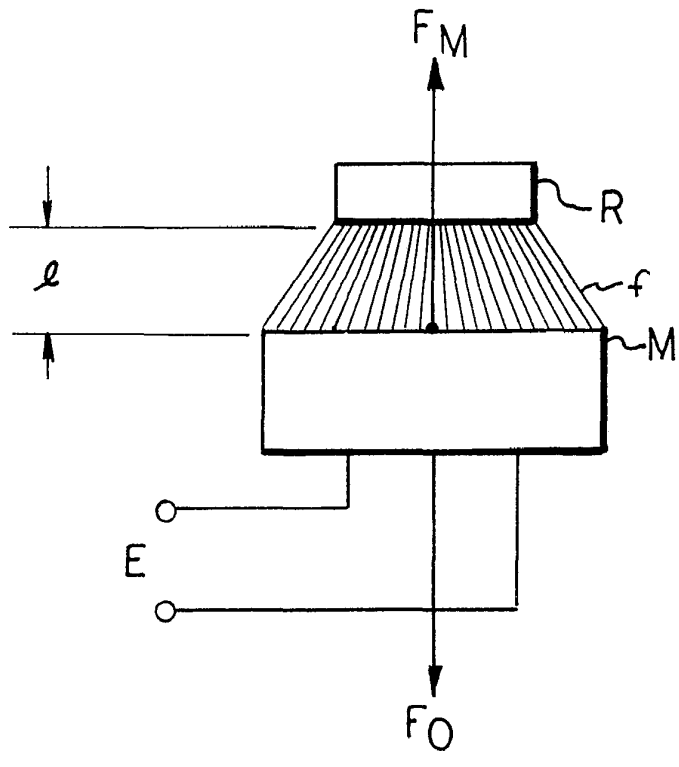


Fig. 1.

MAR 7 ABR, 1975

Y. GONZALEZ TORRES Y MUÑOZ
Ingenieros L. Guzmán Fernández
[Signature]

407145

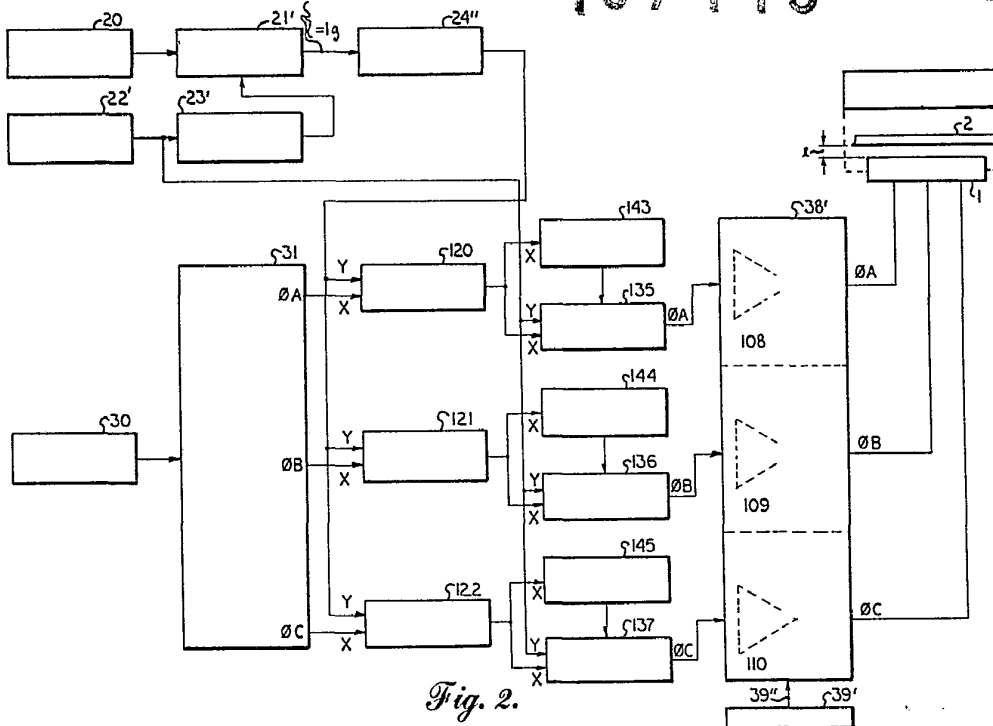
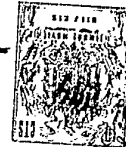


Fig. 2.

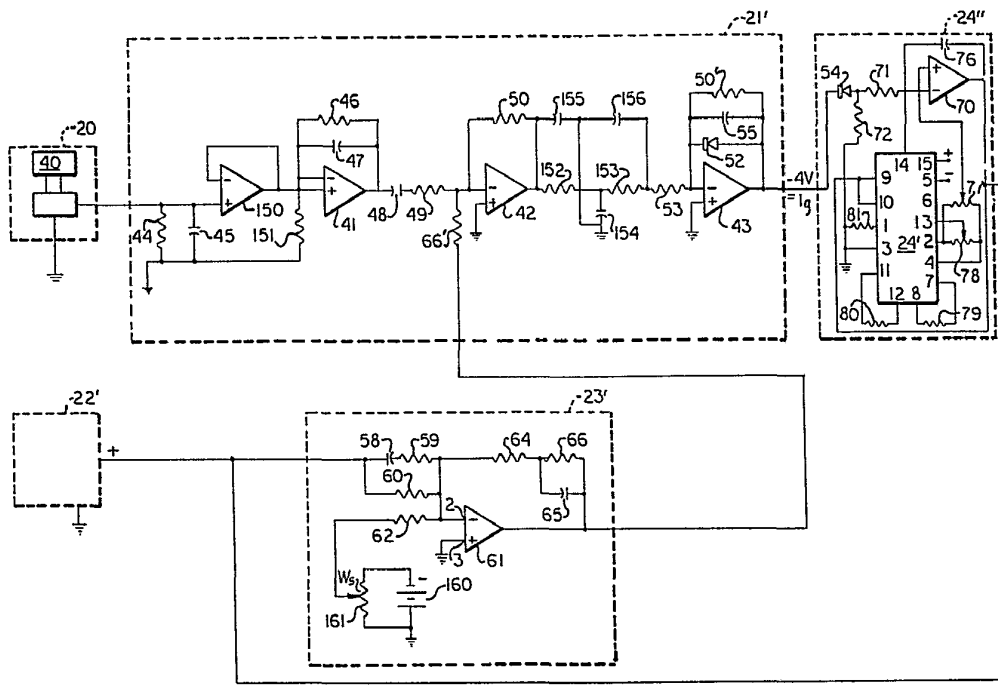


Fig. 3a.

7 ABR. 1975

Handwritten signature and stamp at the bottom right.

407145



APR 1975

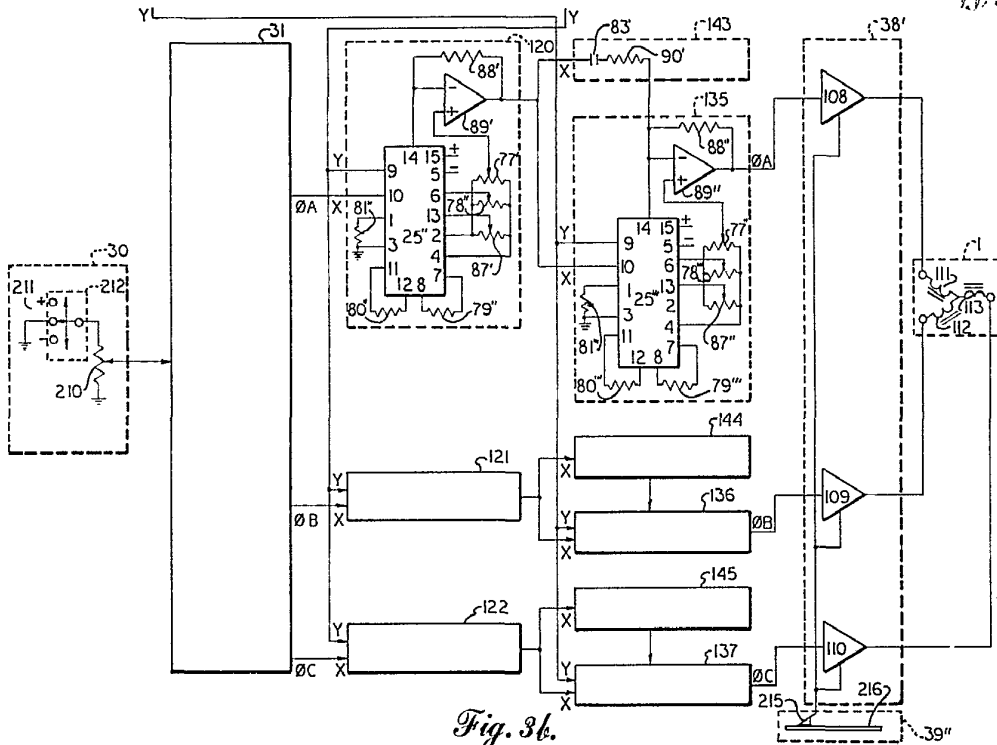


Fig. 3b.

ESP. LA
V. LA

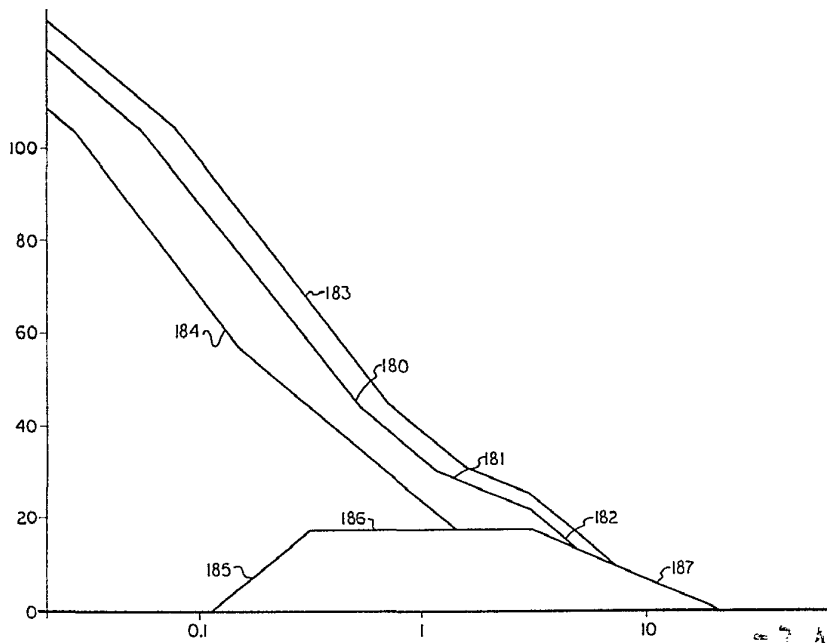


Fig. 5.

APR 1975

[Handwritten signature]

407145

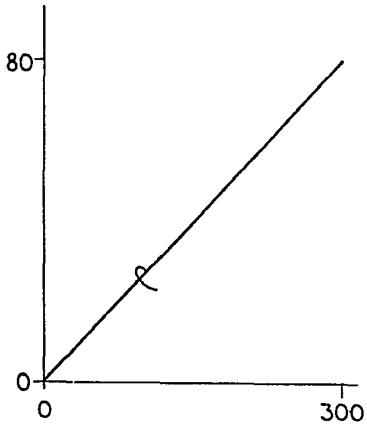


Fig. 4a.

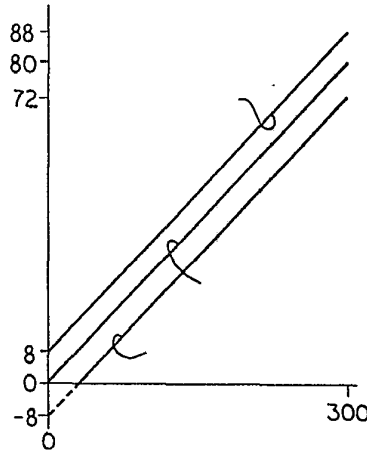


Fig. 4b.

ESCALA VARIABLE

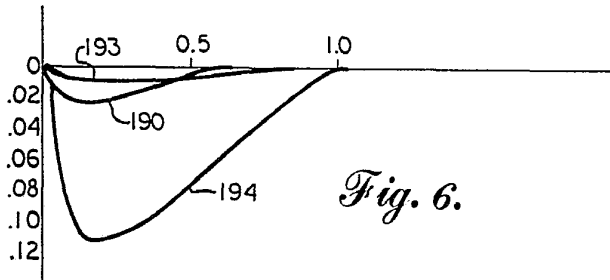


Fig. 6.

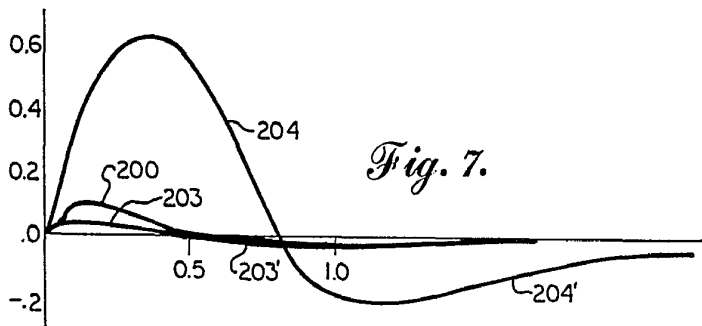


Fig. 7.

7 ABR 1951

J. P. FERNANDEZ Y BODET
 S. P. FERNANDEZ L. W. FERNANDEZ
